







## Valve actuator for internal combustion engine

**Patent number:** EP1174595  
**Publication date:** 2002-01-23  
**Inventor:** GUERIN STEPHANE (FR);  
YONNET JEAN-PAUL (FR)  
**Applicant:** PEUGEOT CITROEN  
AUTOMOBILES SA (FR)  
**Classification:**  
- **international:** F01L9/04  
- **european:** F01L9/04  
**Application number:** EP20010401914 20010717  
**Priority number(s):** FR20000009430 20000718

**Also published as:**

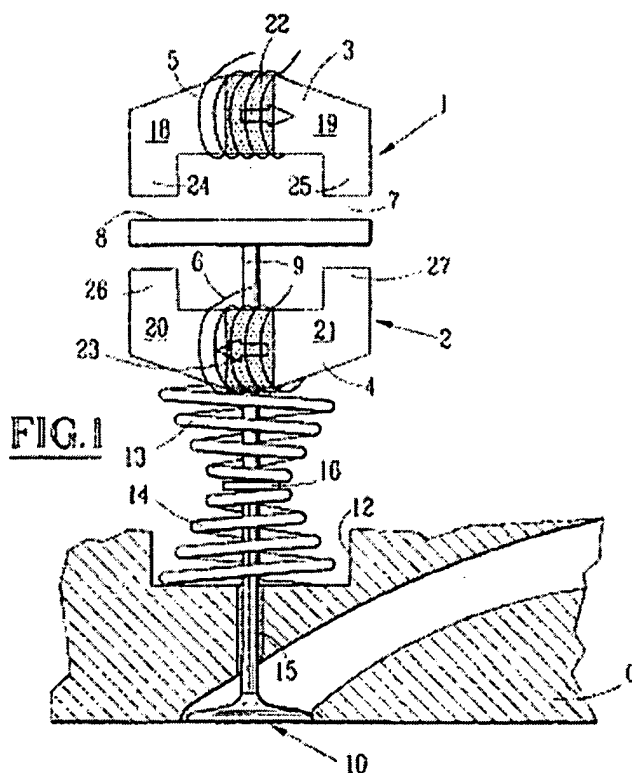
 FR2812024 (A1)

**Cited documents:**

 EP1010866  
 DE3500530  
 US4829947  
 EP0034955  
 EP0932167  
more >>

### Abstract of **EP1174595**

The valve activator comprises two electromagnets (1,2) each comprising a supply reel (5,6) and a magnetic armature (8), located between the electromagnets, connected to a valve driving part (9) against the action of a commutation energy storage spring (13,14). A permanent magnet (22,23) interposed in the body of each electromagnet has its magnetization parallel to the field generated in the body by the corresponding supply reel.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

[ 0079 ] Electromagnetic L action nor represented schematically on figure 3 comprises two electromagnets 60,61 of which magnetic laminated the sheet material bodies for example, carry each one a reel d'alimentation 63,64.

[ 0080 ] The body of each electromagnet comprises two polar parts 65,66 and 67,68 joined together between them by a respective permanent magnet 69,70 surrounded by the reel corresponding d'alimentation 63,64.

[ 0081 ] Each permanent magnet 69,70 is assembled in a corresponding central branch 71,72 formed by corresponding portions of the polar parts 65,66 and 67,68. It is laid out in the central branch of its magnetic circuit in an inclined way, so that its magnetization is tilted compared to the electromagnetic field generated by the reel corresponding d'alimentation 63,64 and thus combines with this last.

[ 0082 ] L'angle d'inclinaison of the magnetic field of each permanent magnet 69,70 compared to the field generated by corresponding reel 63,64, is advantageously selected so that l'extremity on its interior longitudinal side most isolated of the side branches of the polar parts 65,66,67,68 is at a distance D of these branches equal to the width of those.

[ 0083 ] The assembly of each permanent magnet 69,70 in the body of l'électroaimant correspondent is carried out by cutting out sheets of the polar parts 65,66 and 67,68 so as to form between the polar parts 65,66 d'une share and 67,68 d'autre share, of the residences receiving the magnets 69,70 respective.

[ 0084 ] The faces of the electromagnets 60,61 rounds l'une towards l'autre, d'actionnement define between them an air-gap 74 d'une value corresponding to the lifting d'une pallet 75 in a magnetic material fixed at an end d'une stem 76 d'une valve 77 of engine of internal combustion.

[ 0085 ] As in the mode of realization represented on figure 1, stem 76 crosses the body of l'électroaimant 61 between which and a housing 78 spared in the wall of the cylinder head C d'un driving, is laid out two springs 79,80 of d'énergie storage surrounding the stem d'entraînement 76 and tail 81 of the valve to be actuated.

[ 0086 ] The function d'un liking in series in the magnetic circuit of each reel 63,64, ensures in the mode of realization of figure 3, the same effect as in the preceding modes of realization.

[ 0087 ] Moreover, the fact d'incliner magnets 69,70 compared to the direction of the fields generated by the reels d'alimentation 63,64, makes it possible to reduce considerably the height of the magnetic circuits of electromagnets 60,61.

[ 0088 ] One can thus thus reduce l'encombrement general of l'actionneur in particular with regard to his overall length, which facilitates its installation on the cylinder head d'un internal combustion engine.

[ 0089 ] L'agencement which comes d'être described present with respect to l'état from the technique, following advantages.

[ 0090 ] It allows a better control of the valve thanks to the relative linearity of the force according to l'entrefer, which makes it possible to d'obtenir a profit in noise.

[ 0091 ] The electric consumption of maintenance of the valve in position null or is very limited.

[ 0092 ] The electric consumption of commutation is reduced by reduction of the losses by Joule effect.

[ 0093 ] Polarized L actionneur is overall more powerful and of this fact adapted better to a use on valves d'échappement or an engine of weaker unit cubic capacity.



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 174 595 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
23.01.2002 Bulletin 2002/04

(51) Int Cl.7: **F01L 9/04**

(21) Numéro de dépôt: 01401914.5

(22) Date de dépôt: 17.07.2001

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Inventeurs:  
• **Guerin, Stéphane**  
**92250 La Garenne Colombes (FR)**  
• **Yonnet, Jean-Paul**  
**38240 Meylan (FR)**

(30) Priorité: 18.07.2000 FR 0009430

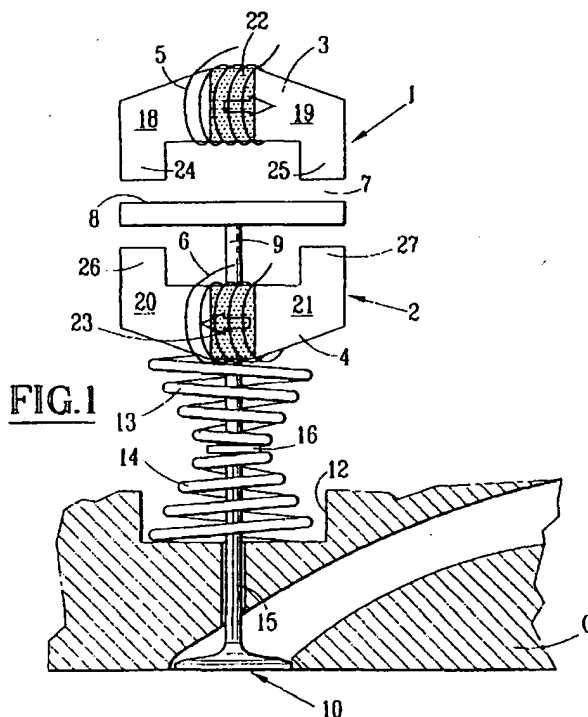
(71) Demandeur: **Peugeot Citroen Automobiles SA**  
**92200 Neuilly sur Seine (FR)**

(74) Mandataire:  
**Habasque, Etienne Joel Jean-François et al**  
**Cabinet Lavoix 2, Place d'Estienne d'Orves**  
**75441 Paris Cédex 09 (FR)**

(54) **Actionneur de soupapes de moteurs à combustion interne**

(57) Actionneur électromagnétique de soupape de moteur à combustion interne comprenant deux électroaimants (1,2) comportant chacun une bobine d'alimentation (5,6), une palette magnétique (8) disposée entre les deux électroaimants, liée à un organe d'entraînement (9) de la soupape à l'encontre de l'action d'au

moins un ressort (13,14) de stockage d'énergie de commutation de ladite soupape (10), caractérisé en ce que dans le corps magnétique de chaque électroaimant est interposé un aimant permanent (22,23) dont l'aimantation est parallèle au champ engendré dans ledit corps par la bobine d'alimentation (5,6) correspondante.



**FIG. 1**

EP 1 174 595 A1

## Description

[0001] La présente invention est relative aux actionneurs de soupapes de moteurs à combustion interne.

[0002] Un actionneur de soupape du type précité comporte généralement deux électroaimants entre lesquels est ménagé un entrefer.

[0003] Dans l'entrefer est montée une palette magnétique liée à la soupape à actionner, déplaçable par les électroaimants à l'encontre de ressorts de stockage d'énergie.

[0004] L'agencement ainsi constitué forme un oscillateur harmonique dans lequel le stockage de l'énergie nécessaire à une commutation rapide est assuré par les ressorts et le changement de position est contrôlé à l'aide des électroaimants.

[0005] Ce système est simple en apparence, mais il présente des limitations techniques.

[0006] Le contrôle de la position de la soupape est assuré au moyen des deux bobines des électroaimants par application de courant qui génère un champ magnétique produisant une force F.

[0007] Dans la phase de saturation, cette force est constante et non contrôlable par le courant.

[0008] Hors saturation, cette force est proportionnelle au carré du courant injecté dans les bobines et inversement proportionnelle au carré de l'entrefer.

[0009] Cette double non linéarité rend très difficile le contrôle de la soupape par les électroaimants.

[0010] En effet, à grande distance, c'est à dire à une distance égale à 3 à 4 mm, la force appliquée à la palette est très faible, ce qui diminue la plage d'utilisation et pose un problème en ce qui concerne l'initialisation de l'actionneur.

[0011] A la distance intermédiaire comprise entre 1 et 3 mm, la force est difficilement contrôlable par le courant en raison de la dépendance quadratique précitée.

[0012] A faible distance, quand la soupape s'approche de son siège par exemple, la force augmente très rapidement, pratiquement sans contrôle possible par le courant. Il se produit un effet d'emballement responsable du bruit d'impact. Ce phénomène est tout à fait comparable au claquement produit par l'électroaimant d'une porte de placard.

[0013] La force exercée sur la palette est toujours positive en raison de sa proportionnalité au carré du courant d'alimentation des bobines.

[0014] Par conséquent, on ne peut ralentir la soupape si on constate une vitesse trop importante.

[0015] A ce problème relatif à la force s'ajoute la présence importante de courants de Foucault, qui atténuent et retardent l'effet des bobines.

[0016] Afin de remédier à ces inconvénients, on était obligé jusqu'à présent, de rendre plus complexe le dispositif de contrôle des soupapes, à l'aide de capteurs très performants de position de la soupape, d'une électronique de contrôle précise et rapide, d'une stratégie logicielle sophistiquée et d'avoir éventuellement re-

cours à un amortisseur mécanique.

[0017] Malgré ces accroissements de la complexité des moyens de commande et de contrôle, les performances attendues en terme de vitesse d'impact risquent de rester insuffisantes obligeant de mettre en oeuvre des moyens supplémentaires d'isolation acoustique.

[0018] A l'admission, l'actionneur doit être capable d'apporter l'énergie nécessaire à la commutation. Il s'agit de compenser les pertes par frottement qui s'élèvent à 0,2 J environ pour une course ou levée de 8 mm de la soupape, et par conséquent de la palette des électroaimants.

[0019] L'énergie apportée par un électroaimant sur l'ensemble de la course précitée, est égale à l'intégrale de la force.

[0020] Cette énergie est relativement faible en raison de la forte décroissance de la force pour les grandes valeurs d'entrefer.

[0021] Par exemple, à une vitesse de rotation du moteur de 6000 t/mn, sur un cycle à deux temps, qui optimiserait l'utilisation de l'actionneur, la puissance utile serait de 20 W, ce qui est faible en regard de sa masse, de l'ordre de 1 kg et de son gros volume.

[0022] Pour un moteur thermique de 500 cm<sup>3</sup>, de cylindre unitaire, on peut se satisfaire de telles dimensions bien qu'elles restent un handicap.

[0023] Par contre, ces dimensions ne sont pas compatibles avec des cylindres unitaires plus faibles.

[0024] A l'échappement, l'énergie à fournir est de l'ordre de 1,4 J pour lutter contre la pression dans la chambre du cylindre lors de l'ouverture de la soupape.

[0025] On a constaté lors d'essais que les actionneurs actuels sont insuffisants à l'échappement et ne permettent pas de faire fonctionner le moteur à pleine charge.

[0026] En conclusion, l'actionneur actuel a une puissance volumique faible qui limite son utilisation pour commander des soupapes d'admission de moteurs de cylindrée unitaire supérieure ou égale à 500 cm<sup>3</sup>.

[0027] Le rendement d'un actionneur est le rapport entre l'énergie mécanique restituée (utile) et l'énergie électrique consommée. Il est de l'ordre de 30%, les pertes étant dues principalement aux courants induits et aux pertes par effet Joule.

[0028] Un tour de moteur a une durée de 60 ms à 1000 t/mn, alors qu'une transition de soupape dure environ 3,5 ms. On voit bien qu'à bas régime, le système est statistiquement très souvent dans une position stable, soit ouverte, soit fermée.

[0029] Pour maintenir la soupape dans la position ouverte ou fermée, on applique un courant dans la bobine du côté concerné, afin de lutter contre la force du ressort qui tend à ramener la soupape en position intermédiaire.

[0030] L'actionneur se prête bien à ce fonctionnement, puisque la force produite par l'électroaimant est naturellement élevée à entrefer nul.

[0031] Toutefois, la consommation de courant électrique pèse lourd dans le calcul de la consommation du véhicule qui se fait à un régime moyen de 1600 t/mn environ, représentatif de l'utilisation réelle des véhicules qui contient beaucoup de conduite urbaine à faible régime du moteur.

[0032] A titre d'exemple, 100 W électriques nécessitent environ 200 W pour le moteur thermique, soit environ 1,5% de la consommation de carburant par cycle.

[0033] Or, la consommation de maintien pourrait être théoriquement nulle puisqu'elle ne produit aucun travail.

[0034] En conclusion, la consommation de l'actionneur actuel est élevée et peut être réduite.

[0035] Les actionneurs actuels présentent une hauteur relativement importante en raison de l'empilage de ressorts, de deux électroaimants et d'un plateau d'actionnement ou palette.

[0036] En stationnement, sur les moteurs des véhicules actuels, il y a toujours un cylindre en compression.

[0037] Le moteur assure ainsi un frein de parage complémentaire que certains utilisateurs exploitent comme frein additionnel au frein à main, notamment dans les côtes.

[0038] Lorsqu'on utilise les actionneurs électromagnétiques, les soupapes sont en position d'équilibre au milieu, de sorte que toutes les chambres du moteur sont à la pression atmosphérique et il n'y a plus de freinage complémentaire possible.

[0039] Enfin, l'actionneur lui-même est relativement bon marché en raison de sa simplicité, mais l'électronique de commande associée ainsi que le capteur de position de la soupape, sont complexes et donc chers.

[0040] L'invention vise à remédier aux inconvénients des actionneurs électromagnétiques de soupapes classiques en créant un actionneur, qui tout en étant d'un prix de revient relativement peu élevé, présente des performances améliorées dans l'ensemble des domaines évoqués plus haut.

[0041] Elle a donc pour objet un actionneur électromagnétique de soupape de moteur à combustion interne comprenant deux électroaimants comportant chacun une bobine d'alimentation, une palette magnétique disposée entre les deux électroaimants, liée à un organe d'entraînement de la soupape à l'encontre de l'action d'au moins un ressort de stockage d'énergie de commutation de ladite soupape, caractérisé en ce que dans le corps magnétique d'au moins un électroaimant est interposé un aimant permanent dont l'aimantation se combine au champ engendré dans ledit corps par la bobine d'alimentation.

[0042] Suivant d'autres caractéristiques :

- les corps magnétiques des deux électroaimants définissant entre eux un entrefer dans lequel ladite palette est montée déplaçable à l'encontre d'au moins un ressort antagoniste de stockage d'énergie de commutation, un aimant permanent est interposé dans le corps magnétique de chaque

électroaimant ;

- l'aimant permanent est interposé dans le corps magnétique de l'électroaimant du haut ;
- le corps de chaque électroaimant comporte deux pièces polaires, un aimant permanent étant interposé entre les deux pièces polaires du corps de chaque électroaimant ;
- l'aimant permanent est disposé dans le corps de l'électroaimant de manière que l'aimantation de l'aimant permanent soit parallèle au champ engendré dans ledit corps par la bobine d'alimentation correspondante ;
- l'aimant permanent est disposé dans le corps de l'électroaimant de manière que l'aimantation de l'aimant permanent soit incliné par rapport au champ engendré dans ledit corps par la bobine d'alimentation correspondante.

[0043] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig.1 est une vue schématique d'un premier mode de réalisation d'un actionneur électromagnétique à deux électroaimants suivant l'invention ;
- la Fig.1a est une vue schématique partielle d'une variante de l'actionneur de la Fig. 1 ;
- la Fig.2 est une vue schématique en coupe d'un autre mode de réalisation de l'actionneur électromagnétique de soupape à deux électroaimants suivant l'invention ;
- la Fig.3 est une vue schématique en coupe d'encore un autre mode de réalisation de l'actionneur électromagnétique de soupape suivant l'invention ; et
- la Fig.4 est un graphique comparatif de la force exercée sur la palette d'un actionneur pourvu ou non d'un aimant permanent.

[0044] L'actionneur électromagnétique de soupape représenté à la figure 1, comporte deux électroaimants 1,2 comprenant chacun un corps 3,4 en tôle magnétique feuilletée portant une bobine d'alimentation respective 5,6. Les faces des électroaimants 1,2 tournées l'une vers l'autre, définissent entre elles un entrefer 7 d'une valeur correspondant à la levée d'une palette 8 en matériau magnétique fixée à une extrémité d'une tige 9 d'actionnement d'une soupape 10 de moteur à combustion interne.

[0045] La tige 9 traverse le corps 4 de l'un des électroaimants 2 entre lequel et un logement 12 ménagé dans la paroi de culasse C d'un moteur, sont disposés deux ressorts antagonistes 13,14 de stockage d'énergie entourant la tige d'entraînement 9 et la queue 15 de la soupape à actionner.

[0046] Le ressort 13 prend appui d'une part sur le corps 4 de l'électroaimant 2 et d'autre part, sur une pièce de liaison 16 de la tige 9 avec la queue 15 de la soupape

10. Le ressort 14 prend appui entre ladite pièce de liaison 16 et le fond du logement 12 ménagé dans la paroi de la culasse C.

[0047] Suivant l'invention, les corps 3 et 4 des électroaimants 1 et 2 comportent chacun deux pièces polaires 18,19,20,21 entre lesquelles sont insérés des aimants permanents respectifs 22,23.

[0048] Les bobines d'alimentation 5,6 sont enroulées autour des branches des pièces polaires 18,19,20,21 entre lesquelles sont interposés les aimants respectifs 22,23.

[0049] Les pièces polaires 18 à 21 comportent respectivement des branches 24,25,26,27 qui définissent deux à deux, l'entrefer 7 dans lequel est montée déplaçable la palette 8 de l'actionneur.

[0050] L'adjonction d'un aimant en série dans le circuit magnétique de chaque bobine 5,6, permet, lorsque la soupape est en position fermée ou ouverte, de disposer d'une force de maintien permanente importante sans consommation de courant.

[0051] Sa étant la section d'un aimant et Se étant la section de l'entrefer, l'utilisation d'une section Sa supérieure à Se permet d'amplifier le champ créé par l'aimant permanent. On peut ainsi utiliser si l'on le souhaite un aimant en ferrite relativement bon marché.

[0052] L'épaisseur de l'aimant mesuré dans le sens de son aimantation, est en principe assez réduite afin que les bobinages 5 et 6 restent efficaces pour le pilotage du système.

[0053] Selon une variante non représentée, on ne place un aimant que dans l'électroaimant de fermeture qui est le plus utilisé.

[0054] Au cours de la phase d'approche d'une butée, on bénéficie également de la force de l'aimant correspondant.

[0055] Pour le décollage, c'est le contraire, car il faut appliquer un courant négatif pour réduire ou annuler le champ créé par l'aimant correspondant.

[0056] Sur la figure 4, on a représenté un graphique de la force  $F_1$  qu'il est possible d'obtenir en fonction de l'entrefer  $e_1$  entre un électroaimant et la palette mobile pour un électroaimant non polarisé et un électroaimant polarisé suivant l'invention.

[0057] La courbe en trait plein représente la variation de la force en fonction de l'entrefer pour un électroaimant polarisé, c'est à dire pourvu d'un aimant permanent alors que la courbe en pointillés représente la variation de la force en fonction de l'entrefer pour un électroaimant non polarisé.

[0058] La force exercée sur le plateau par l'électroaimant est donnée par la relation :

$$F_s = \frac{S}{2\mu_0} \left( \frac{Jla + \mu_0 nI}{2e + la \frac{Se}{Sa}} \right)^2$$

avec J = aimantation de l'aimant

Sa = Section de l'aimant

Se = Section de l'entrefer

la = largeur de l'aimant / épaisseur

S = Section du plateau sur laquelle s'applique la force

e = entrefer

[0059] Pour attirer le plateau ou palette, la force à grande distance, c'est à dire pour un entrefer important, est plus importante. La zone de contrôle est donc

$$la \frac{Se}{Sa}$$

plus étendue.

[0060] Pour des entrefers inférieurs au millimètre, l'actionneur polarisé est moins sensible à la saturation et donc plus facile à contrôler.

[0061] Le contrôle de la force par le courant est beaucoup plus facile car elle varie en  $(Ba + \mu_0 nI)^2$ .

[0062] Dans cette relation :

- Ba = champ créé par l'aimant permanent,

- la = largeur de l'aimant,

- n = nombre de spires de la bobine d'alimentation.

[0063] Quand l n'est pas trop grand, une variation dl se traduit par une variation linéaire de la force en  $2.Ba.la.\mu_0.n.dI$ .

[0064] De même, au lieu d'être proportionnelle à  $\frac{1}{e^2}$ , e étant l'entrefer, la force varie en

$$\frac{1}{(e + la \frac{Se}{2Sa})^2}$$

Se = section de l'entrefer, Sa = section de l'aimant.

[0065] La sensibilité à l'entrefer est donc très réduite.

[0066] L'actionneur polarisé est bien plus facilement pilotable et doit permettre d'atteindre beaucoup plus facilement des vitesses d'impact très faibles.

[0067] La puissance utile d'un actionneur polarisé par rapport à son volume peut être multipliée par un facteur égal au moins à 2 vis à vis de celle d'un actionneur non polarisé.

[0068] En ce qui concerne la consommation électrique, le rendement de l'actionneur polarisé est fortement amélioré par rapport à celui d'un actionneur non polarisé.

[0069] On réduit la consommation aisément de 30% à 6000 t/mn et de 60% à 1500 t/mn en raison de l'absence de consommation de maintien.

[0070] L'actionneur polarisé présente un encombrement à peu près voisin de celui d'un actionneur dépourvu d'aimant permanent dans son circuit magnétique.

[0071] L'actionneur représenté partiellement à la Fig. 1a, comporte deux électroaimants tels que l'électroaimant 1a comportant respectivement des corps tels

que 2a en tôle magnétique, tournés l'un vers l'autre portant chacun une bobine d'alimentation telle que la bobine 3a. Une palette magnétique 8a est montée déplaçable entre les corps en tôle magnétique des électroaimants.

[0072] La bobine d'alimentation telle que la bobine 3a est portée par une branche centrale 9a du corps 2a qui comporte en outre deux branches latérales 10a, 11a. Dans la branche centrale 9a est placé un aimant permanent 12a. Le second électroaimant de cette variante d'actionneur est similaire à celui décrit en référence à la figure 1a et le reste de l'actionneur est similaire à celui de la Fig. 1.

[0073] L'actionneur électromagnétique représenté à la figure 2, est du type comprenant également deux électroaimants 30, 31 dont les corps respectifs 32, 33 en matériau magnétique, par exemple en tôle feuilletée, sont chacun pourvus d'une bobine d'alimentation 34, 35.

[0074] Les électroaimants 30, 31 montés chacun sur des pièces de maintien d'extrémité 36, 37 en matière amagnétique, définissent entre eux un entrefer 38 dont la valeur correspond à la levée d'une palette ou plateau magnétique 39 porté par une tige 40 d'entraînement d'une soupape 41. La tige 40 traverse les corps 32, 33 des électroaimants 30, 31 ainsi que les pièces de maintien d'extrémité 36, 37 qui comportent chacune un manchon borgne 42, 43 fileté extérieurement et contenant un ressort 44, 45 correspondant de stockage d'énergie.

[0075] Chaque ressort 44, 45 prend appui d'une part, contre le fond du manchon borgne 42, 43 correspondant et d'autre part, sur un disque 46, 47 en contact par sa face opposée au ressort avec une extrémité correspondante de la tige 40 d'entraînement de la soupape 41.

[0076] La soupape 41 comporte une queue 49 qui prend appui sur la face du disque 47 opposé à la tige 40, qui est entourée par le ressort 45 et qui traverse le fond du manchon borgne 43, la tête 50 de ladite soupape coopérant avec un siège de soupape d'une culasse de moteur (non représentée).

[0077] Comme dans le mode de réalisation de la figure 1, chacun des corps magnétiques 32, 33 des électroaimants 30, 31, comporte deux pièces polaires 51, 52, 53, 54 respectivement, entre lesquelles sont disposés des aimants permanents 55, 56 dont la fonction est analogue à celles des aimants permanents 22, 23 du mode de réalisation de la figure 1.

[0078] On voit que les directions des aimantations des aimants permanents 55, 56 sont parallèles aux champs engendrés par les bobines d'actionnement 34, 35 portées par les corps 32, 33 des électroaimants 30, 31.

[0079] L'actionneur électromagnétique représenté schématiquement à la figure 3 comporte deux électroaimants 60, 61 dont les corps en matériau magnétique par exemple en tôles feuilletées, portent chacun une bobine d'alimentation 63, 64.

[0080] Le corps de chaque électroaimant comporte deux pièces polaires 65, 66 et 67, 68 réunies entre elles

par un aimant permanent respectif 69, 70 entouré par la bobine d'alimentation correspondante 63, 64.

[0081] Chacun des aimants permanents 69, 70 est monté dans une branche centrale correspondante 71, 72 formée par des portions correspondantes des pièces polaires 65, 66 et 67, 68. Il est disposé dans la branche centrale de son circuit magnétique de façon inclinée, de sorte que son aimantation soit inclinée par rapport au champ électromagnétique engendré par la bobine d'alimentation 63, 64 correspondante et se combine ainsi avec ce dernier.

[0082] L'angle d'inclinaison du champ magnétique de chaque aimant permanent 69, 70 par rapport au champ engendré par la bobine 63, 64 correspondante, est avantageusement choisi de manière que l'extrémité de son côté longitudinal intérieur la plus écartée des branches latérales des pièces polaires 65, 66, 67, 68 se trouve à une distance d de ces branches égale à la largeur de celles-ci.

[0083] Le montage de chaque aimant permanent 69, 70 dans le corps de l'électroaimant correspondant est réalisé en découpant les tôles des pièces polaires 65, 66 et 67, 68 de manière à former entre les pièces polaires 65, 66 d'une part et 67, 68 d'autre part, des logements recevant les aimants 69, 70 respectifs.

[0084] Les faces des électroaimants 60, 61 tournées l'une vers l'autre, définissent entre elles un entrefer 74 d'une valeur correspondant à la levée d'une palette 75 en un matériau magnétique fixée à une extrémité d'une tige 76 d'actionnement d'une soupape 77 de moteur de combustion interne.

[0085] Comme dans le mode de réalisation représenté à la figure 1, la tige 76 traverse le corps de l'électroaimant 61 entre lequel et un logement 78 ménagé dans la paroi de la culasse C d'un moteur, sont disposés deux ressorts 79, 80 de stockage d'énergie entourant la tige d'entraînement 76 et la queue 81 de la soupape à actionner.

[0086] La fonction d'un aimant en série dans le circuit magnétique de chaque bobine 63, 64, assure dans le mode de réalisation de la figure 3, le même effet que dans les modes de réalisation précédents.

[0087] En outre, le fait d'incliner les aimants 69, 70 par rapport à la direction des champs engendrés par les bobines d'alimentation 63, 64, permet de réduire considérablement la hauteur des circuits magnétiques des électroaimants 60, 61.

[0088] On peut donc ainsi réduire l'encombrement général de l'actionneur en particulier en ce qui concerne son encombrement en hauteur, ce qui facilite sa mise en place sur la culasse d'un moteur à combustion interne.

[0089] L'agencement qui vient d'être décrit présente vis à vis de l'état de la technique, les avantages suivants.

[0090] Il permet un meilleur contrôle de la soupape grâce à la linéarité relative de la force en fonction de l'entrefer, ce qui permet d'obtenir un gain en bruit.



[0091] La consommation électrique de maintien de la soupape en position est nulle ou très limitée.

[0092] La consommation électrique de commutation est réduite par réduction des pertes par effet Joule.

[0093] L'actionneur polarisé est globalement plus puissant et de ce fait mieux adapté à une utilisation sur des soupapes d'échappement ou sur un moteur de plus faible cylindrée unitaire.

## Revendications

1. Actionneur électromagnétique de soupape de moteur à combustion interne comprenant deux électroaimants (1,2;30,31;60,61) comportant chacun une bobine d'alimentation (5,6;34,35;63,64), une palette magnétique (8;39;75) disposée entre les deux électroaimants, liée à un organe d'entraînement (9;40;76) de la soupape à l'encontre de l'action d'au moins un ressort (13,14;44,45;79,80) de stockage d'énergie de commutation de ladite soupape (10;41;77), **caractérisé en ce que** dans le corps magnétique d'au moins un électroaimant est interposé un aimant permanent (22,23;55,56; 69,70) dont l'aimantation se combine au champ engendré dans ledit corps par la bobine d'alimentation (5,6;34,35;63,64). 20
2. Actionneur électromagnétique suivant la revendication 1, dont les corps magnétiques des deux électroaimants (1,2;30,31) définissent entre eux un entrefer (7;38;74) dans lequel ladite palette (8;39;75) est montée déplaçable à l'encontre d'au moins un ressort antagoniste (13,14;44,45;79,80) de stockage d'énergie de commutation, **caractérisé en ce qu'un** aimant permanent (22,23;55,56) est interposé dans le corps magnétique de chaque électroaimant (1,2;30,31;60,61). 30
3. Actionneur électromagnétique suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'aimant permanent est interposé dans le corps magnétique de l'électroaimant de fermeture. 40
4. Actionneur électromagnétique suivant l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le corps de chaque électroaimant (1,2;30,31;60,61) comporte deux pièces polaires (18,19,20,21; 51,52,53,54;65,66,67,68), un aimant permanent (22,23;55,56;69,70) étant interposé entre les deux pièces polaires du corps de chaque électroaimant. 50
5. Actionneur suivant l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'aimant permanent est disposé dans le corps de l'électroaimant de manière que l'aimantation de l'aimant permanent (22,23; 34,35) soit parallèle au champ engendré dans ledit corps par la bobine d'alimentation (5,6;34,35) cor- 55

respondante.

6. Actionneur suivant l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'aimant permanent est disposé dans le corps de l'électroaimant de manière que l'aimantation de l'aimant permanent (69,70) soit inclinée par rapport au champ engendré dans ledit corps par la bobine d'alimentation (63,64) correspondante. 10
7. Actionneur suivant l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le corps (2a) de chaque électroaimant comporte une branche centrale (9a) et deux branches latérales (10a, 11a), la bobine d'alimentation (3a), est disposée autour de la branche centrale et l'aimant permanent (12a) est placé dans ladite branche centrale du corps (2a). 20

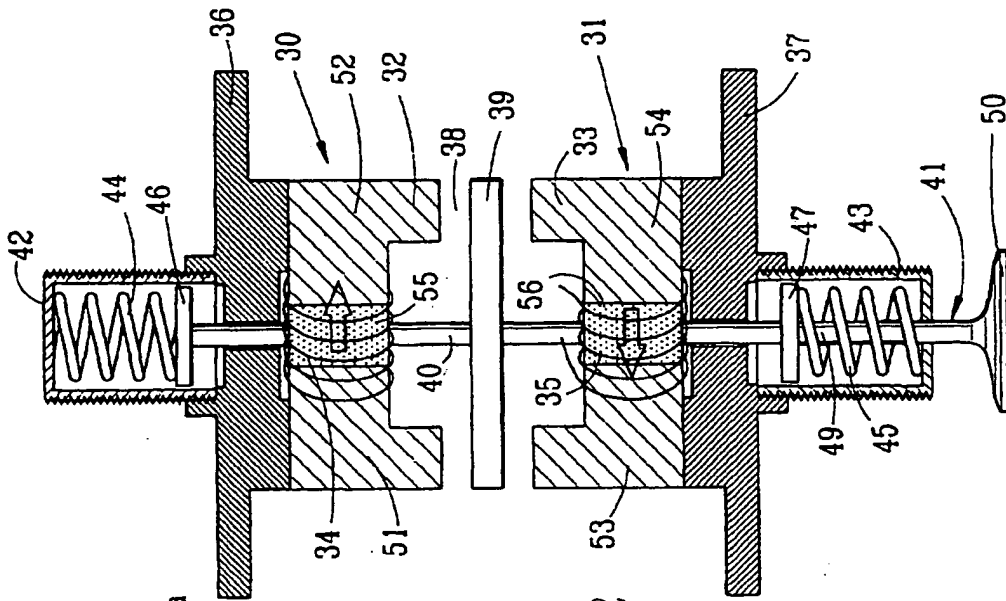


FIG. 2

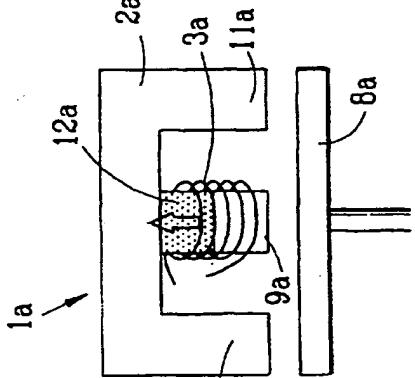


FIG. 1a

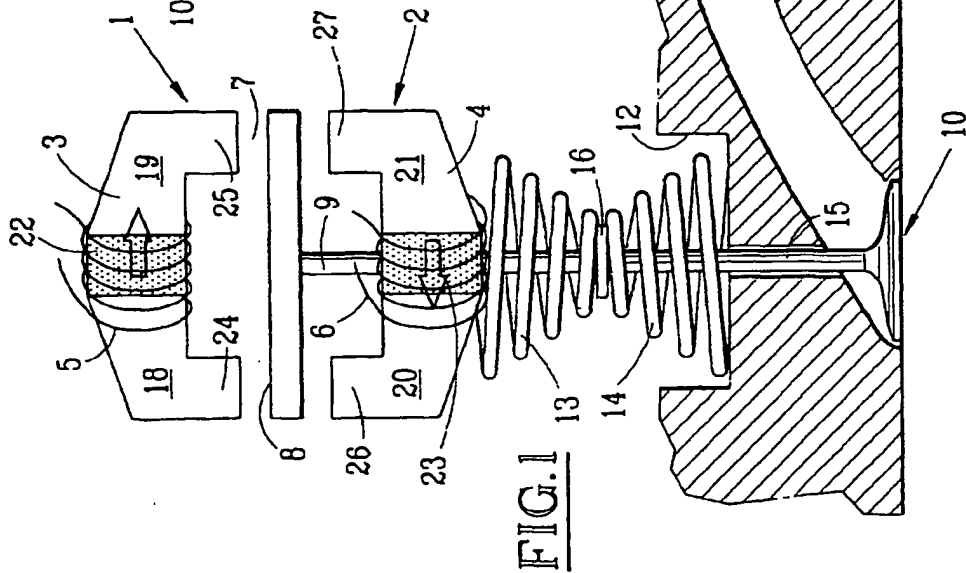


FIG. 1

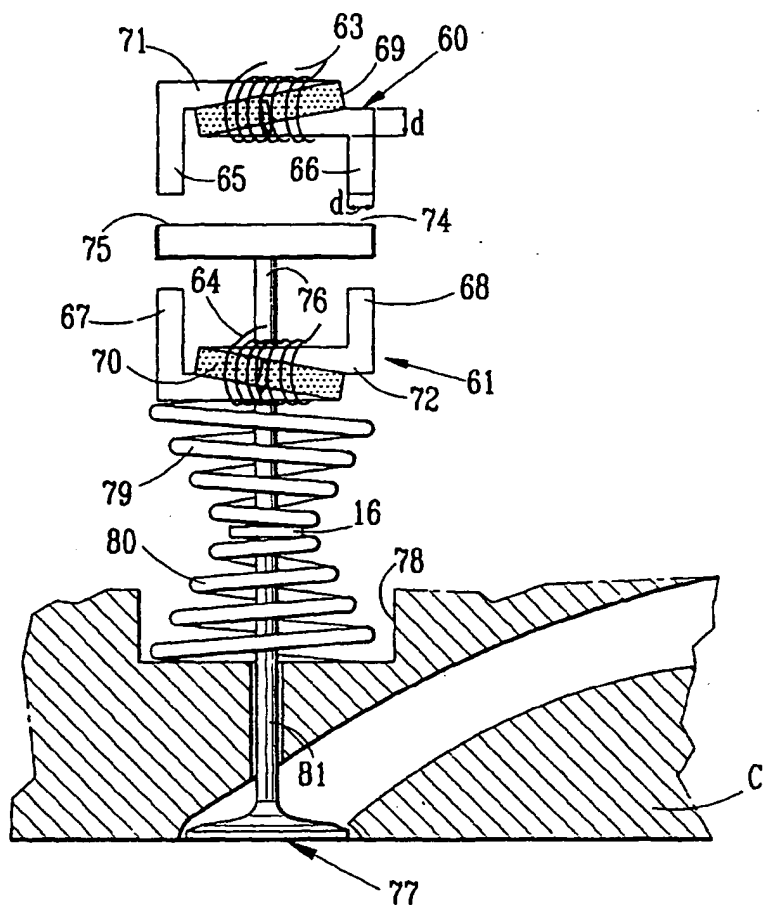


FIG. 3

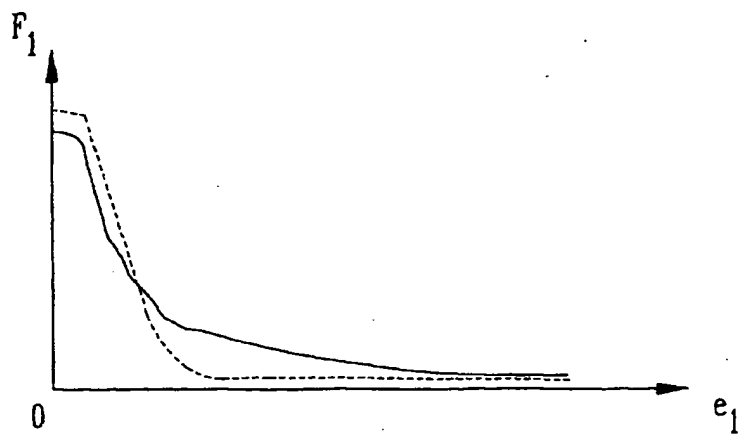


FIG. 4



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 01 40 1914

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	EP 1 010 866 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 21 juin 2000 (2000-06-21)	1-3	F01L9/04
A	* alinéa '0005! * * figures * * alinéas '0016!-'0026! *	4	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 03, 30 mars 2000 (2000-03-30) & JP 11 350929 A (TOYOTA MOTOR CORP; TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC), 21 décembre 1999 (1999-12-21)	1,5,7	
A	* abrégé *	2-5	
A	DE 35 00 530 A (BINDER MAGNETE) 10 juillet 1986 (1986-07-10)		
X	US 4 829 947 A (LEQUESNE BRUNO P B) 16 mai 1989 (1989-05-16) * colonne 5, ligne 49 - colonne 6, ligne 10 * * figure 3 *	1-5	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	EP 0 034 955 A (DUCELLIER & CIE) 2 septembre 1981 (1981-09-02) * abrégé; figures *	6	F01L
A	EP 0 932 167 A (GENESIS CO LTD) 28 juillet 1999 (1999-07-28)		
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		12 octobre 2001	Klinger, T
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1533 03 82 (P04002)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 1914

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

12-10-2001

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1010866	A	21-06-2000	JP 2000170952 A EP 1010866 A2	23-06-2000 21-06-2000
JP 11350929	A	21-12-1999	AUCUN	
DE 3500530	A	10-07-1986	DE 3500530 A1	10-07-1986
US 4829947	A	16-05-1989	US 4779582 A GB 2208041 A	25-10-1988 15-02-1989
EP 0034955	A	02-09-1981	FR 2476218 A1 FR 2481753 A2 DE 3166748 D1 EP 0034955 A1 ES 499553 D0 ES 8200744 A1	21-08-1981 06-11-1981 29-11-1984 02-09-1981 01-12-1981 01-02-1982
EP 0932167	A	28-07-1999	JP 11214217 A JP 2000150228 A EP 0932167 A2 TW 410354 B	06-08-1999 30-05-2000 28-07-1999 01-11-2000

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No. 12/82